

物部川清流保全計画

川本来の姿を取り戻すために (案)

～環境のために配慮したほうがいいこと～

高知県・物部川清流保全推進協議会

- 1 位置づけと目的 … P 2
- 2 物部川の河川環境の特徴と課題 … P 3
- 3 物部川将来ビジョン … P 5
- 4 将来ビジョン実現に向けた環境への配慮 … P 8
- 5 物部川の工事における環境のための配慮の事例 … P 13
- 6 用語の解説・問合せ先 … P 20



位置づけと目的

本書は、高知県が2008（平成20）年7月に策定した「物部川清流保全計画」を補完するものです。物部川本来の姿を取り戻すための取組『多自然川づくり』『水生生物の生息に適した川づくり』の効果がさらに高まるよう、河川管理者、流域自治体の土木・環境分野の実務担当者の業務（物部川水系での工事）に活用いただけることを期待しています。本書の内容は次のとおりです。

■河川環境の特徴と課題

河川環境の劣化は、物部川の随所に特徴的な現象として表れています。アユをはじめとする水生生物の生息環境を保全する観点から「河床地形」と「河床材料」に着目し、上流部、中流部、下流部の特徴及び主な課題を整理しました。

■物部川将来ビジョン

「川本来の姿を取り戻すWG」における議論では、物部川本来の姿を計画で目指している50年前（1950年代後半）としましたが、現在の物部川の環境はダムや堰、護岸などの構造物の影響により変化し続けています。そうした変化を前提とした物部川の望ましい姿を「物部川将来ビジョン」として図解しました。

■将来ビジョン実現に向けた環境への配慮

将来ビジョンの実現を念頭に物部川で工事を行う際に配慮すること（したほうがいいこと、気をつけること）を整理するとともに、多自然川づくりに関する各種技術指針※を踏まえ、設計、施工、維持管理における考え方を示しました。ご活用にあたっては、「気をつけること」に留意のうえ、工事ごとの制約条件のなかで採用が可能な「したほうがいいこと」を取り入れていただきたいと考えています。

■物部川の工事における環境のための配慮の事例

物部川水系の川で過去に行われた多自然川づくりの工事の事例から、将来ビジョンに近づいたと思われるものを取り上げました。

■用語の解説

本書に使われている専門用語の解説です。

なお、この環境配慮書は、2021（令和3）年3月時点の知見をもとにまとめた、いわば「バージョン1.0」となる資料です。今後も河川環境に関するモニタリング結果や新たな知見を反映し、バージョンアップを行っていきます。

※本書が参考にした多自然川づくりに関する技術指針

「多自然川づくりポイントブックⅢ 川の営みを活かした川づくり～河道計画の基本から水際部の設計まで～」（H23.10 公益財団法人リバーフロント研究所）

「美しい山河を守る災害復旧基本方針」（H30.7 公益社団法人全国防災協会）

「大河川における多自然川づくり Q&Aで理解を深める」（H31.3 国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課）

物部川清流保全計画

清流の再生『天然アユが湧き立つ川』へ

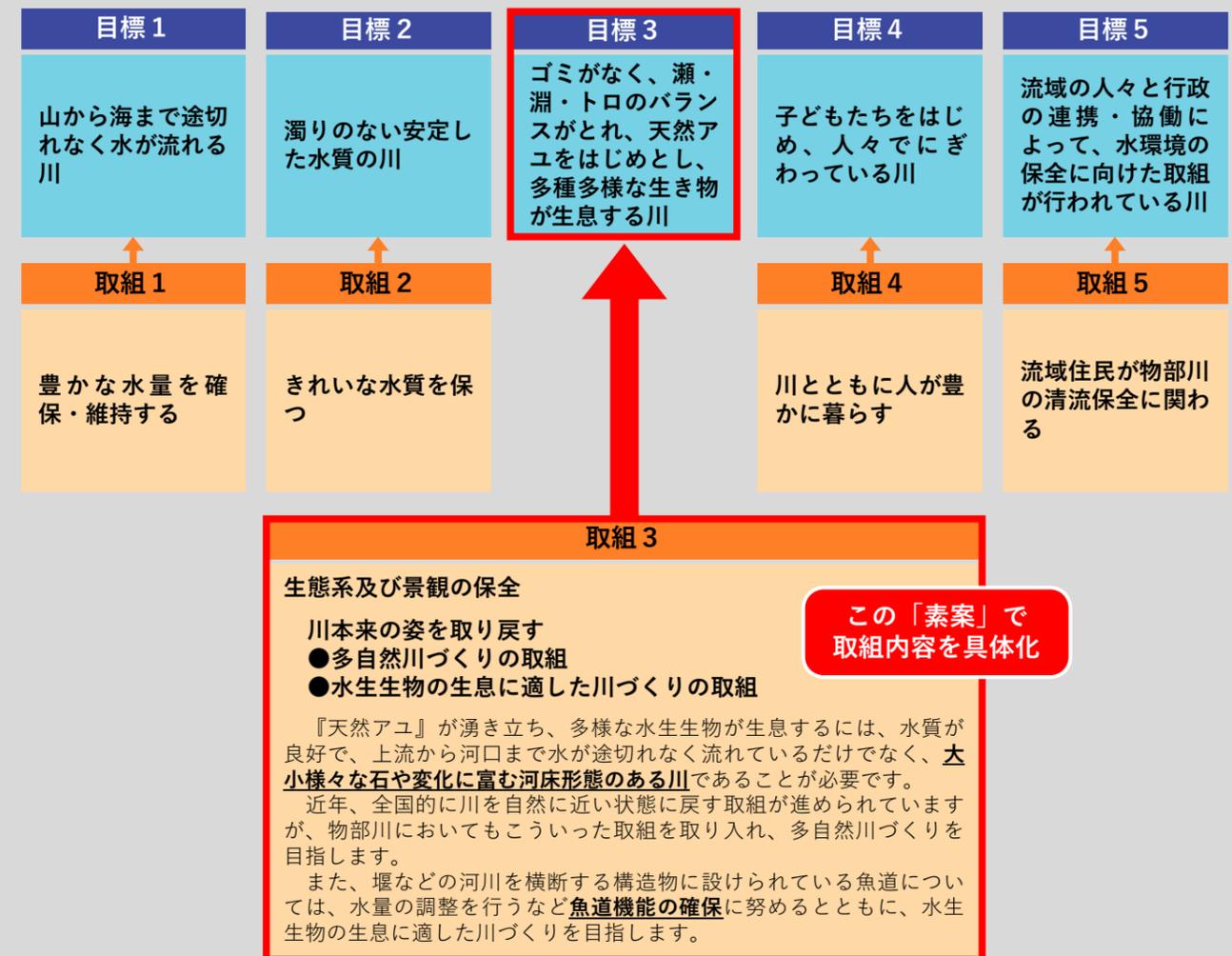


物部川の象徴『天然アユ』

アユは川と海を回遊する魚。山・川・海の水循環がうまくいった総合的な環境のバランスがとれた川でないと成育できません。このため、物部川清流保全計画では、天然アユがどれだけ生息しているかを、物部川の清流再生の目標としています。

目指す姿は50年前の物部川

計画で目指している50年前（1958年頃）は約5,000人の釣り人で賑わっていました。アユをはじめ多くの魚やテナガエビが生息する川だったといわれています。清流再生の目標の一つである川本来の姿として、この頃の物部川をイメージしています。



物部川の河川環境の特徴と課題

白髪山に源を発する一級河川の物部川の流程は「セグメントM～1」「河川形態型Aa～Bb」に該当し、「セグメント1」「河川形態型Bb」のまま土佐湾に注ぐ急流河川であることが大きな特徴となっています。

■上流部（永瀬ダムより上流）

急峻なV字谷を形成する山間の渓谷です。河床勾配は約1/40で、河川形態型Aa～Bbに分類されます。2004年8月、翌年9月に流域山林で大規模崩壊が起きるなど、大量の土砂によって瀬と淵が埋まり、河床が単調化した場所があります。また、局所的な深掘れによって護岸の基礎が浮き上がるとともに瀬や淵が不明瞭化した場所、付帯する魚道が機能していない堰堤もみられます。



護岸前面にみお筋が寄り付き河床地形が単調化した場所（物部川本川 べふ峡温泉前）



護岸前面の河床の洗掘によって被災した護岸（支川 上葦生川）

■中流部（合同堰～永瀬ダム）

本川沿いに物部川中流を特徴づける河岸段丘が広がっています。河床勾配は約1/145、河川形態型Bbに分類されますが、区間の大半はダムの湛水域となっています。

■下流部（合同堰より下流）

河床勾配は約1/280、河川形態型Bbで、河道は扇状地を流下しています。川幅と水深の比率から河道狭窄部では単列（交互）砂州が、それ以外では複列（多列）砂州が形成される特性を持ちます。本来、複列（多列）砂州は土砂が動きやすく、瀬・淵とも一定の場所に定まりにくい傾向があります。

ダム下流への土砂供給量が減少したことで河床低下が進んでいます。旧堰（統合堰、合同堰に統合された8つの取水堰）の上流に堆積していた土砂が掃流されるとともに、近年は河床低下の歯止めとなっていたアーマ層（玉石以上の粒径の材料で河床の表層を覆っていた層）が破壊されたものと推測され、河床低下は今後も続くことが予測されます。

（右に続く）



出典：物部川水系河川整備計画（H22.4 国土交通省四国地方整備局・高知県）

近年、平常時のみお筋（水路部）の深掘れにより、固定化した砂州の頂部との高低差が目立ってきています。みお筋の深掘れの影響で淵が不明瞭化、瀬が小規模化するとともに、護岸の被災が懸念されます。また、砂州が出水による攪乱を受けにくくなり、植生が繁茂するなど、治水と環境の両面に跨る問題が生じています。

河床低下の影響により、統合堰の魚道はアユ等魚類が利用しにくい状態にあります。



護岸前面の深掘れによって瀬が小規模化した場所（高専前付近）



出水による攪乱頻度・強度の低下により植生が繁茂した砂州（横瀬付近）



堰下流の河床低下に伴う水面落差のため機能しにくい魚道（統合堰）

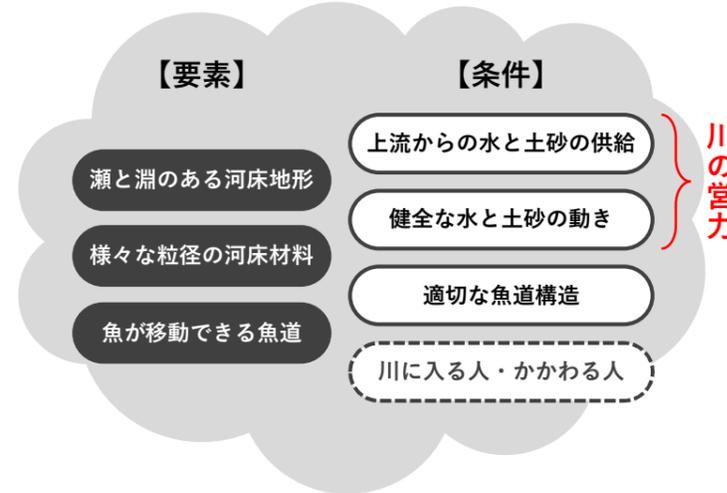
2

物部川の河川環境の特徴と課題

アユをはじめとする魚やテナガエビなど、川の生き物のすみかの基盤となっているのは川の物理環境（河床材料の大小、流れの緩急、地形の起伏）です。計画で目指している50年前の物部川はこの物理環境が多様な川であったと考えられます。物理環境の多様性は川の営力（流水による浸食・運搬・堆積作用）によってもたらされ、保たれますが（動的平衡状態にある河床）、現在は様々な構造物の影響によって水と土砂の動きが変化し、本来の営力が働きにくくなっています。このような現状においては河川環境の劣化に歯止めをかけることは難しく、川が自らの営力によって回復していきけるような手助けを積極的に行っていくことが求められます。

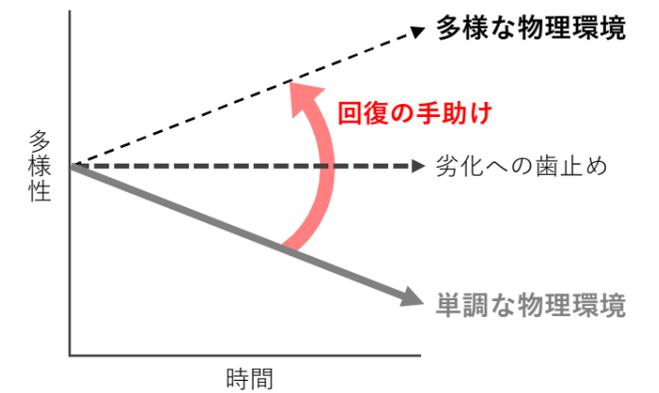
下表に物部川の下流部と上流部における主な課題を整理しました。これらの課題を河川管理者、流域自治体の共通認識としていただくとともに、河川整備、災害復旧、構造物の長寿命化などの工事を行う際には、**上流部における浚渫土や巨石を活用して**川の営力を取り戻す設計・施工を行っていただきたいと考えています。

健全な川の要素とその条件



前提：川は変化する

「余計なことをしない」では、河川環境の劣化は止められない
「回復の手助けをする」ことで劣化に歯止めをかけ、改善を図れる



■物部川の下流部・上流部における主な課題

	大小様々な石や変化に富む河床形態のある川	魚道機能の確保
下流部	<p>みお筋の蛇行の再生（みお筋の偏りの是正） 瀨と淵があり、流速に応じた粒径の河床材料が堆積する河床が形成・維持されるためには、川の営力の基本であるみお筋の蛇行が不可欠。</p> <p>土砂供給の正常化 健全な瀨・淵・砂州が保たれるためには、下流部への土砂供給があることが不可欠。 河川管理者及びダム管理者はダム上流部で浚渫した砂利や岩をダム下流での土砂還元取組に活用する。</p>	<p>統合堰の魚道機能の回復 アユ等の回遊魚が堰を遡上できるようにすることで、下流部における環境収容力を高めることができる。</p>
中流部	(工事を行う際は、上流部や下流部における環境への配慮を参考にする)	
上流部	<p>瀨と淵のある河床の再生 河道が土砂で埋まり河床掘削が必要な場所、護岸前面の深掘れによる構造物の被災が懸念される場所などで工事を行う際、瀨と淵の保全・再生が図られる方法を検討することが重要。</p>	<p>堰堤の魚道機能の回復 陸封アユ等のダム湖と川を回遊する生物がより上流へ遡上できるようにすることで、上流部の環境収容力を高めることができる。</p>

物部川将来ビジョン

「大小様々な石や変化に富む河床形態のある川」の姿

緩やかに蛇行するみお筋が生む川の営力 川の営力によってつくられ、保たれる河床

変化に富む河床形態

●淵

増水した際に流水が特に強く当たる場所を水衝部という。洗堀により深みが形成されることで淵となる。上流の早瀬から落ち込み、下流の平瀬に向けてなだらかにかけ上がるような地形が望ましい。

●瀬

淵と淵間の水深が相対的に浅い区間が瀬となる。瀬には「平瀬」と「早瀬」がある。

【平瀬】

流れが緩やかな淵の下流は土砂が堆積し、河床勾配の緩やかな平瀬が形成される。沈み石となっていることが多い。

【早瀬】

次の淵につながる平瀬の下流は河床勾配が大きくなり、早瀬となる。堆積した玉石等の間隙から細かい土砂が流され、浮き石の河床となっていることが望ましい。

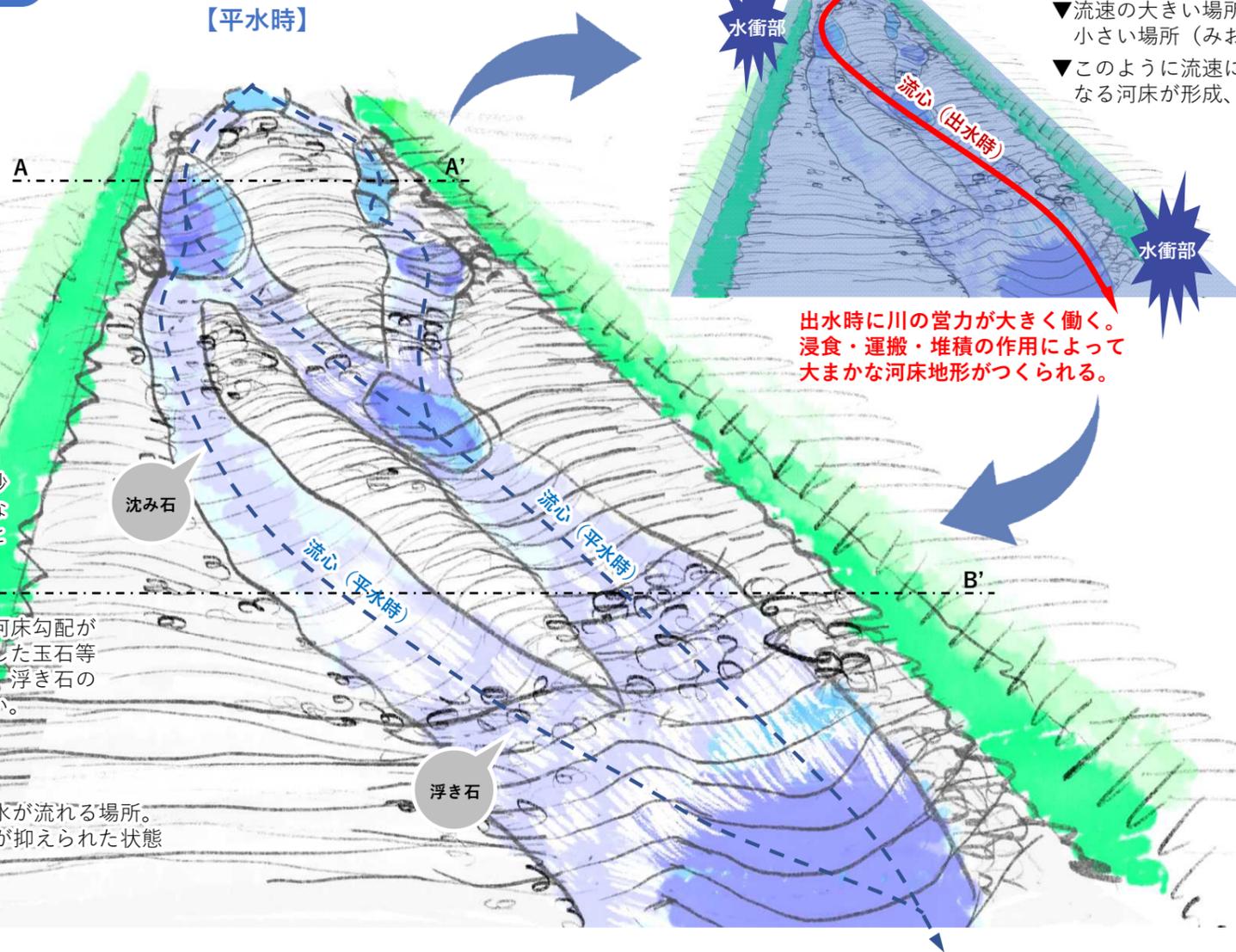
●砂州

増水して水位が上がったときに水が流れる場所。適度に攪乱を受け、植生の繁茂が抑えられた状態（＝礫河原）が理想的。

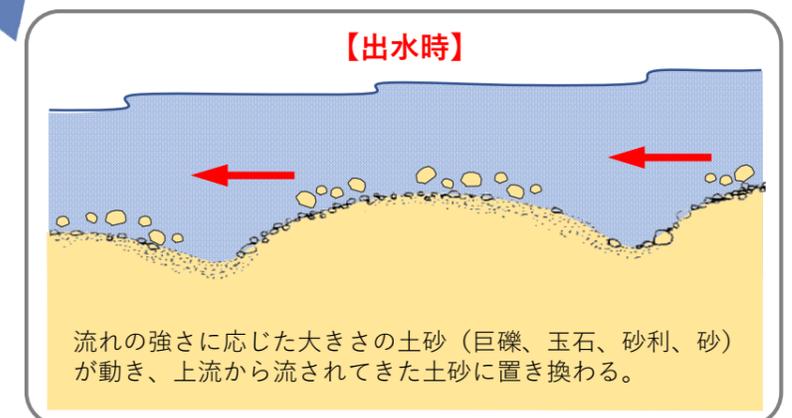
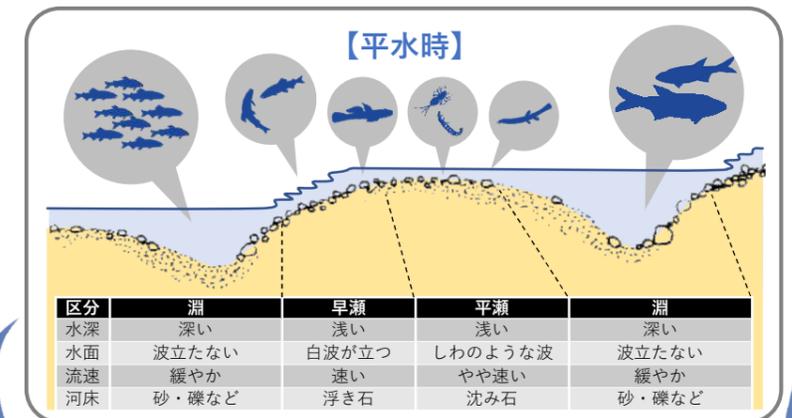
大小様々な石

巨礫、玉石、砂利、砂が川の営力によって“ふるい分け”られて堆積し、出水時に置き換わりながら河床が安定することが理想的。

- ▼増水してみお筋が広がると、砂州を含めた河床が攪乱を受ける。
- ▼このとき、流量と流速に応じた川の営力（浸食・運搬の作用）が働き、河床の土砂が移動する。
- ▼流速の大きい場所（みお筋の流心付近及びその外カーブ側、砂州の上流側、瀬）には粗い土砂が、小さい場所（みお筋の流心より内カーブ側、砂州の下流側）には細かい土砂が堆積する。
- ▼このように流速に応じて土砂が縦横断方向に“ふるい分け”されることで、「大小様々な石」からなる河床が形成、維持される。

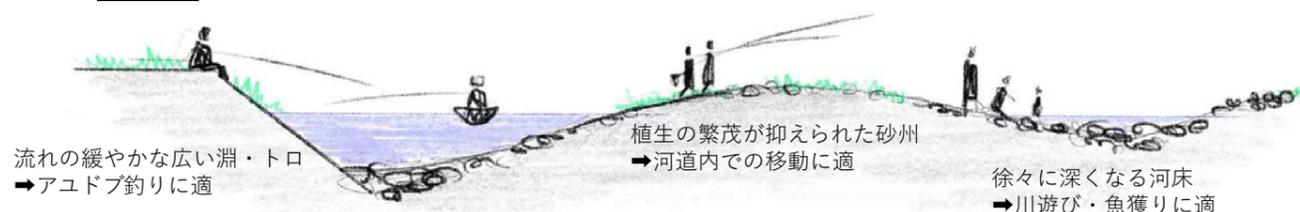


新しい河床材料に置き換わりながら維持される瀬と淵 (みお筋の縦断地形)

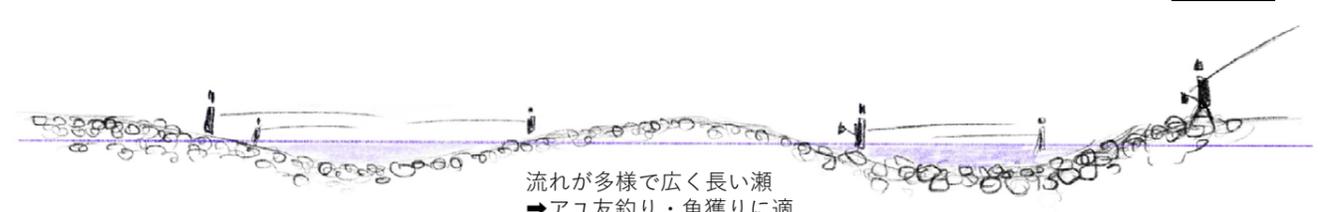


徐々に深くなる水際が保たれた河床 (河道の横断地形)

A-A'断面



B-B'断面



「大小様々な石や変化に富む河床形態のある川」は、生物多様性の豊かな川であり、水面に近づきやすく入りやすい、釣りや遊びに適した親しみやすい川となります。このことは、物部川清流保全計画の「目標2：子どもたちをはじめ、人々にぎわっている川」を取り戻すことにつながります。

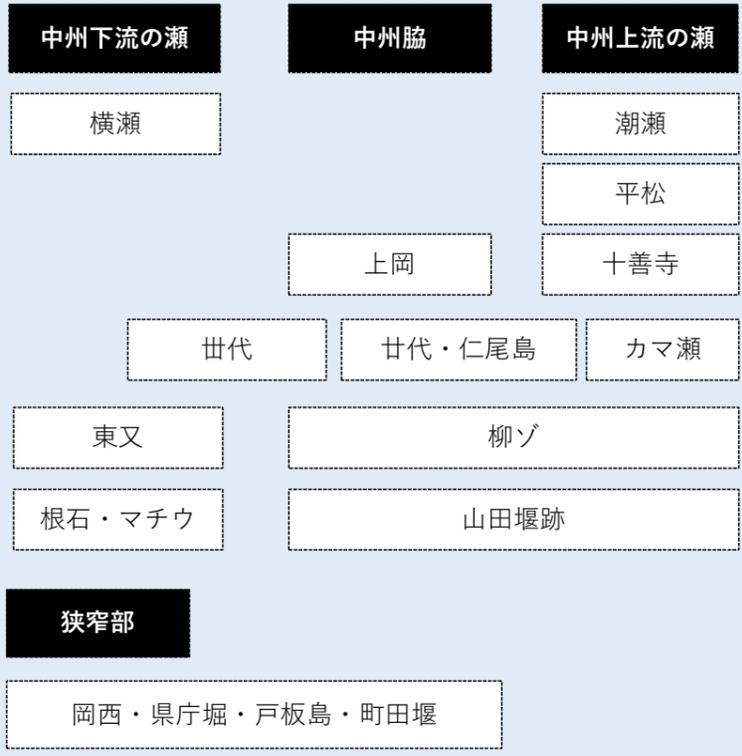
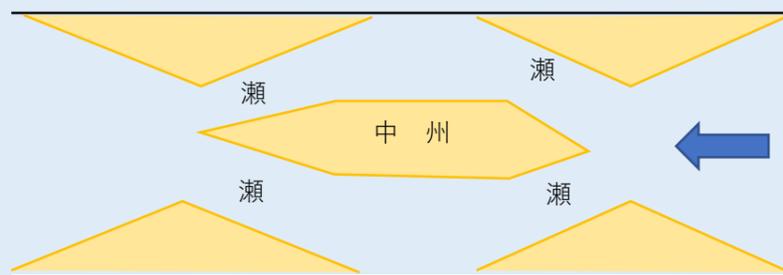
物部川将来ビジョン 下流部の河床・河岸の望ましい姿

下流部の河床・河岸の望ましい姿

計画で目指している50年前の河床地形（みお筋の縦断地形に起り形状・凹凸がある）を現河道で実現できる高さで再生することが、治水・環境の両面から望ましい。

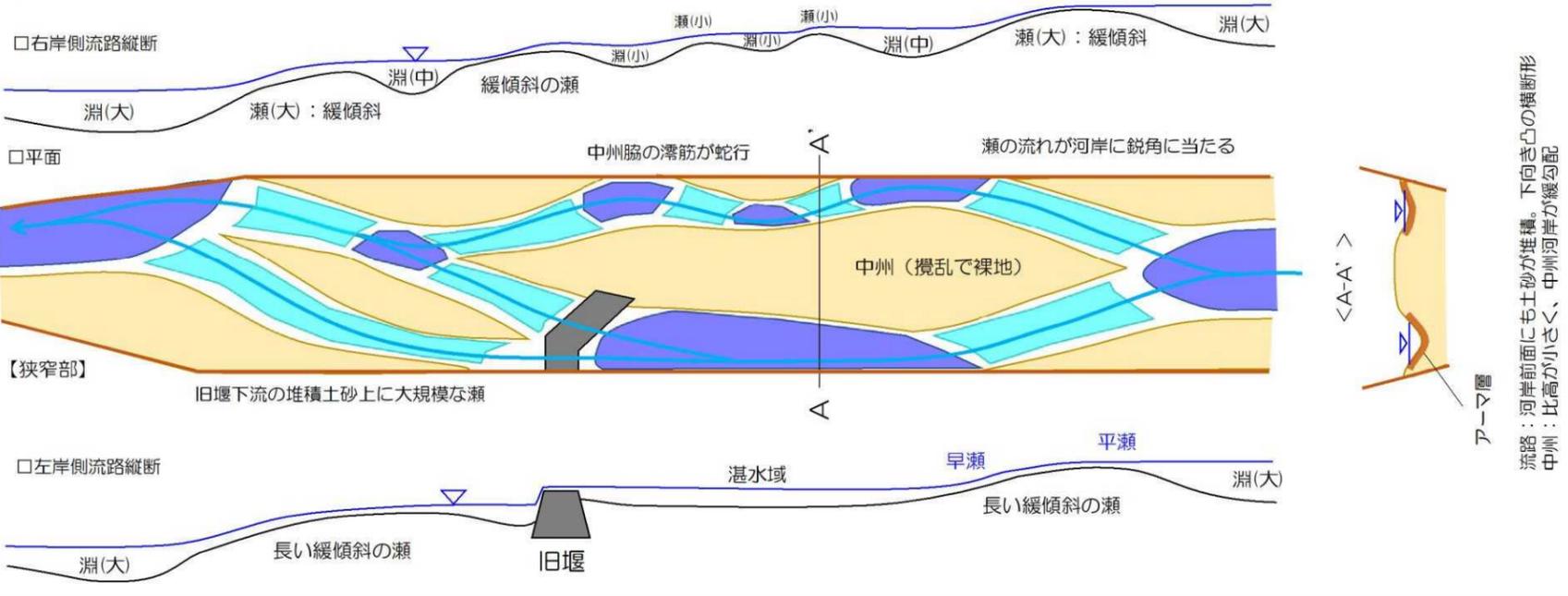
主要な地名は中州との位置関係と狭窄部でまとめられる。物部川の河床変化傾向は、複列砂州・多列砂州との位置関係で考えると分かりやすい。

→地名のある場所ごとではなく「単位形態（まとまり）」で捉え、環境への配慮を考える。



■計画で目指している50年前

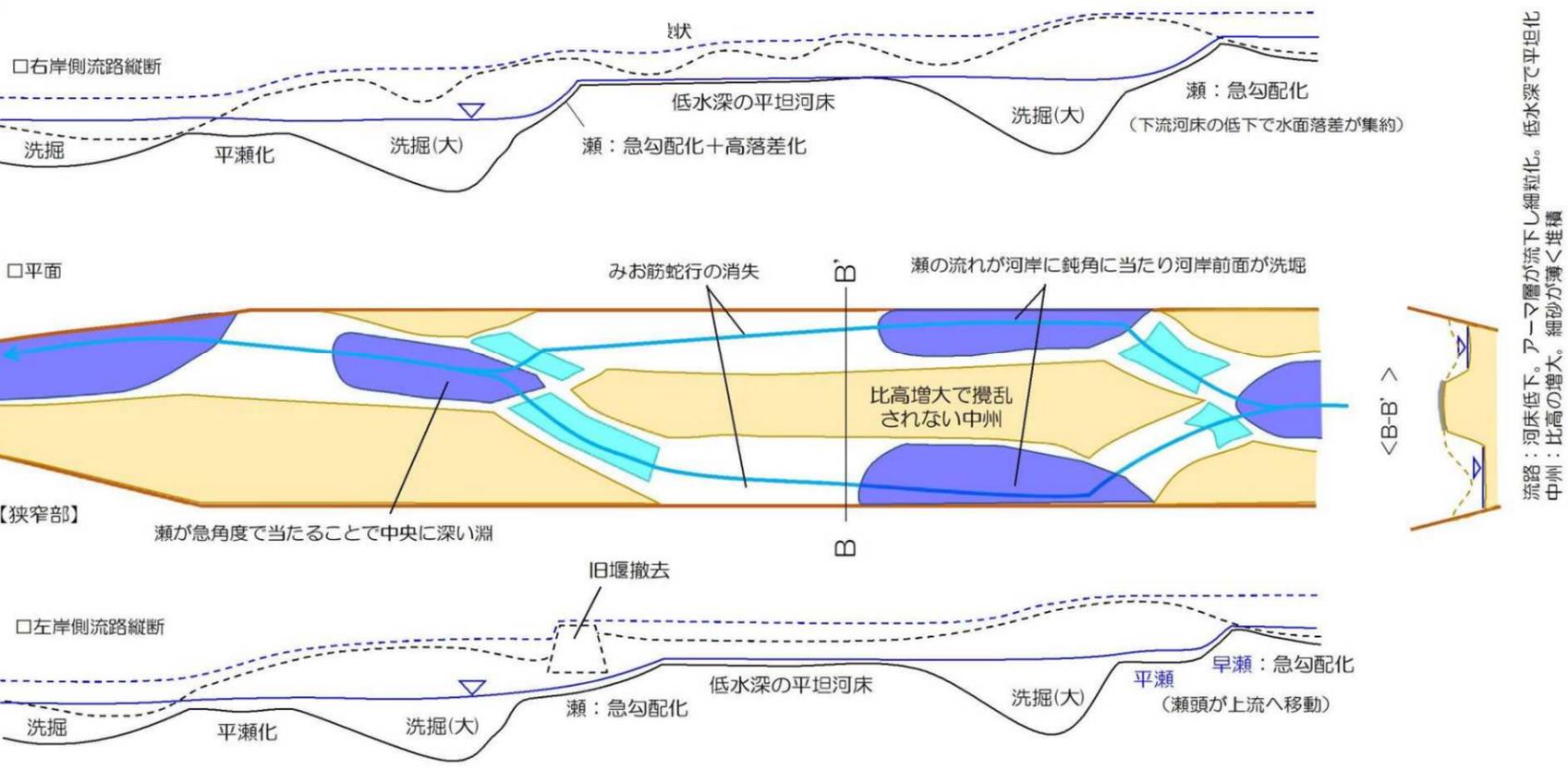
みお筋の縦断地形に、堆積地形である「起り」形状と細かな凹凸がある。このことで、早瀬（白波の立つ流れの速い瀬）と平瀬（波立ちが目立たない流れの緩やかな瀬）が形成・維持されていたと考えられる。



断面: 河岸前面にも土砂が堆積。下向き凸の横断形。中州: 比高が小さく、中州河岸が緩勾配

■現河道

みお筋の河床が大きく低下し、縦断地形は侵食地形である「照り」形状となり、細かな凹凸のない階段状の地形となっている。このことで、瀬が小規模化（急勾配化+高落差化）した。



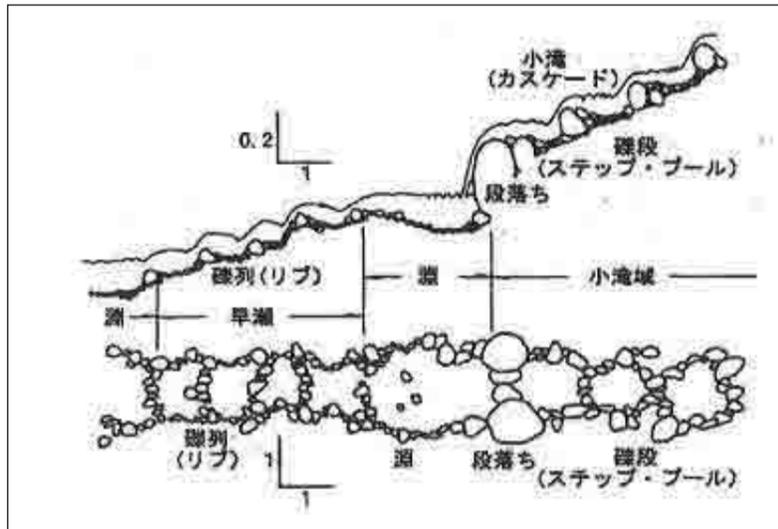
断面: 河床低下。アーマー層が流下し細粒化。低水深で平坦化。中州: 比高の増大。細砂が薄く堆積

起り形状・凹凸のあるみお筋の縦断地形を現河道で実現できる高さで再生 (p9の図を参照)

上流部の河床・河岸の望ましい姿

「礫列・礫段」などの大きめの石が列状に堆積する河床地形が保全・創出されることが望ましい。

■上流部（山地石礫河川）の河床形態



出典：長谷川和義. 2005. 河川上流域の河道地形. 日本流体力学会誌「ながれ」, 第24巻, 第1号, pp15-26.

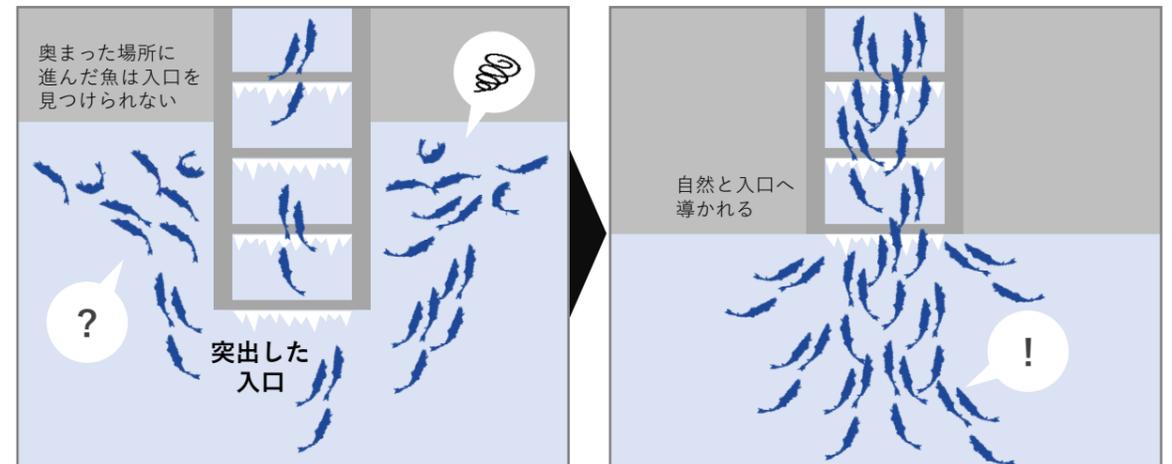


- 物部川上流部では、「礫列・礫段」といった「大粒径の石礫が横断方向に連なってできる堆積形態」がみられる。
 - こうした上流部の河道で、河床や河岸の凹凸を形成・維持しているのは「大粒径の石礫」である。
 - なかでも、「最大級の石」「岩盤」（上写真の赤丸）などは出水でもあまり動かず、その場所特有の河床・河岸の地形を決める要となっている。
 - それ以外の「大きめの石礫」は「最大級の石」の周りに堆積したり、「礫列・礫段」の形態で河床・河岸の凹凸をつくったりしている。
- *上流部でもより勾配の急な渓谷では、より大きい石が高密度で分布し、勾配が緩くなるにつれて石が小ぶりになって密度も小さくなる。これによって礫列・礫段の間隔も変わってくる。

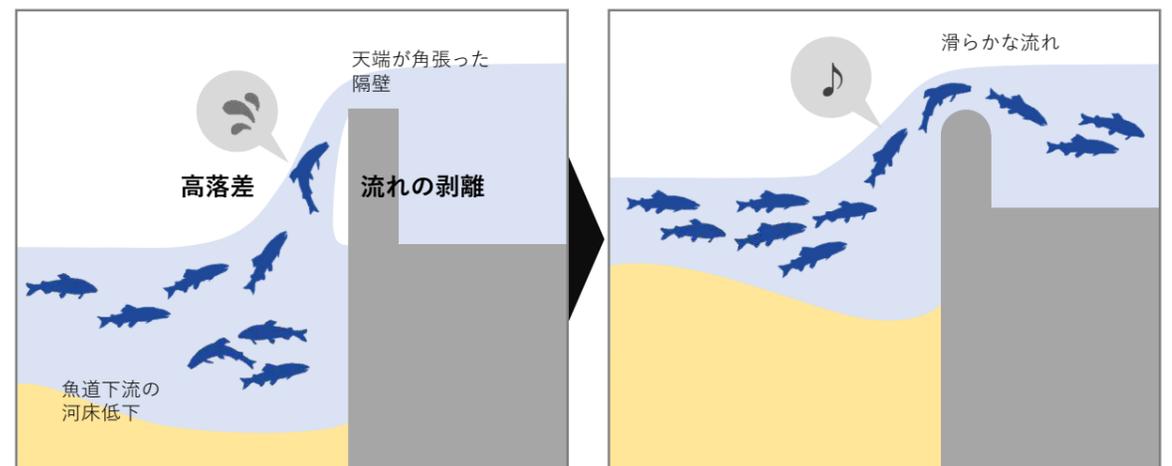
魚道

アユ等魚類が「魚道の入口を見つけられる」「魚道に入れる」「魚道を上れる」環境が整った魚道であることが望ましい。

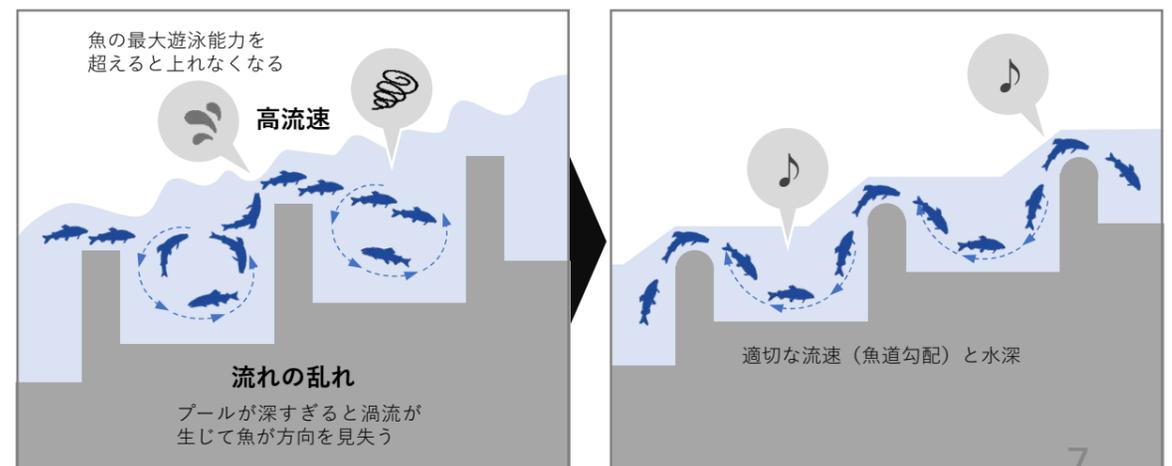
魚道の入口を見つけられる



魚道に入れる



魚道を上れる



将来ビジョン実現に向けた環境への配慮

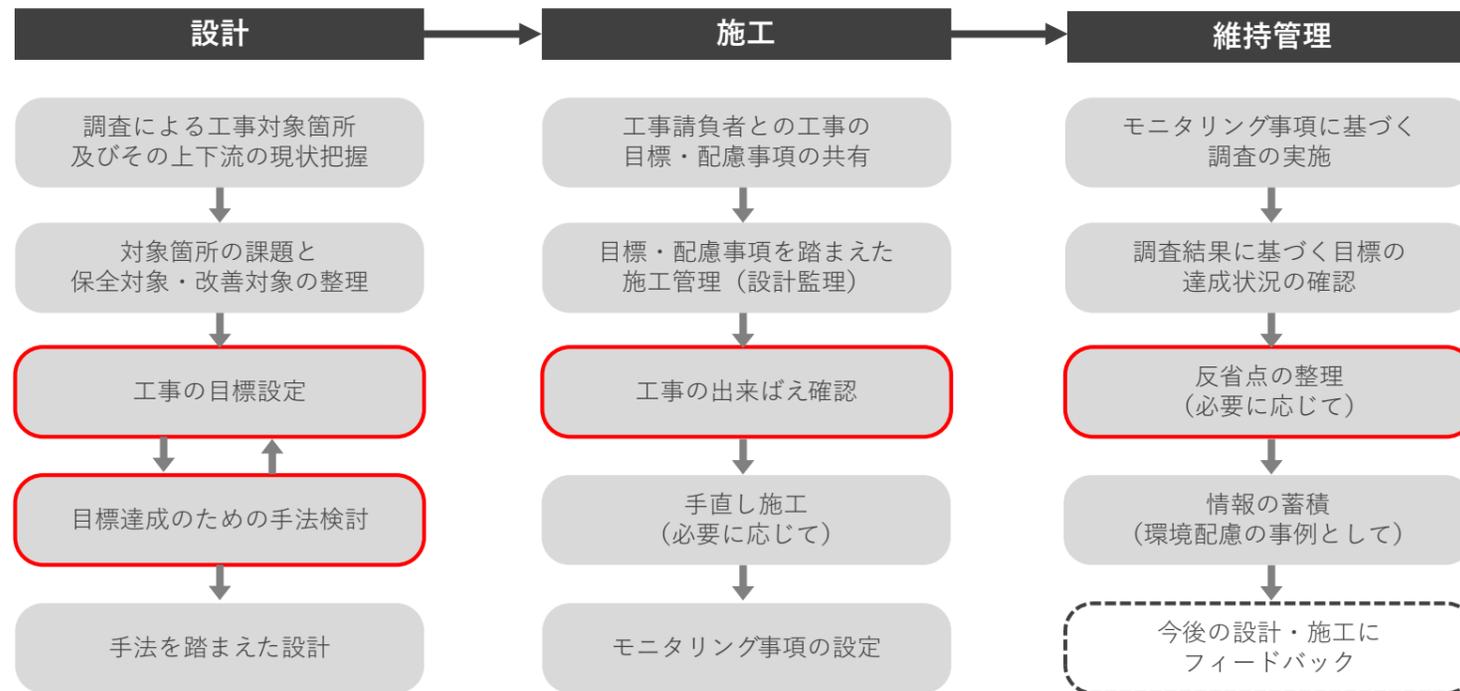
工事（設計・施工・維持管理）における検討のフロー

物部川の環境に配慮した工事を行っていただくうえで、工事箇所ごとの条件に応じた詳細な検討が必要となります。現地調査で得られる情報に加え、学識経験者や専門技術者、物部川に詳しい人などに助言や意見を求めるなど、できるだけ多くの情報を収集し、分析したうえで設計、施工を行うことが重要と考えられます。

これらを踏まえると、設計・施工に関する検討は下図のフローを参考に進め、節目ごとに関係者と情報共有を図ることが肝要です。施工後においても、対象箇所の環境の推移をモニタリングし、関係者と知見を共有しながら次の工事へ活かすことが望まれます。

（検討フローでは調査・計画は省略し、設計・施工・維持管理に焦点をあてています。）

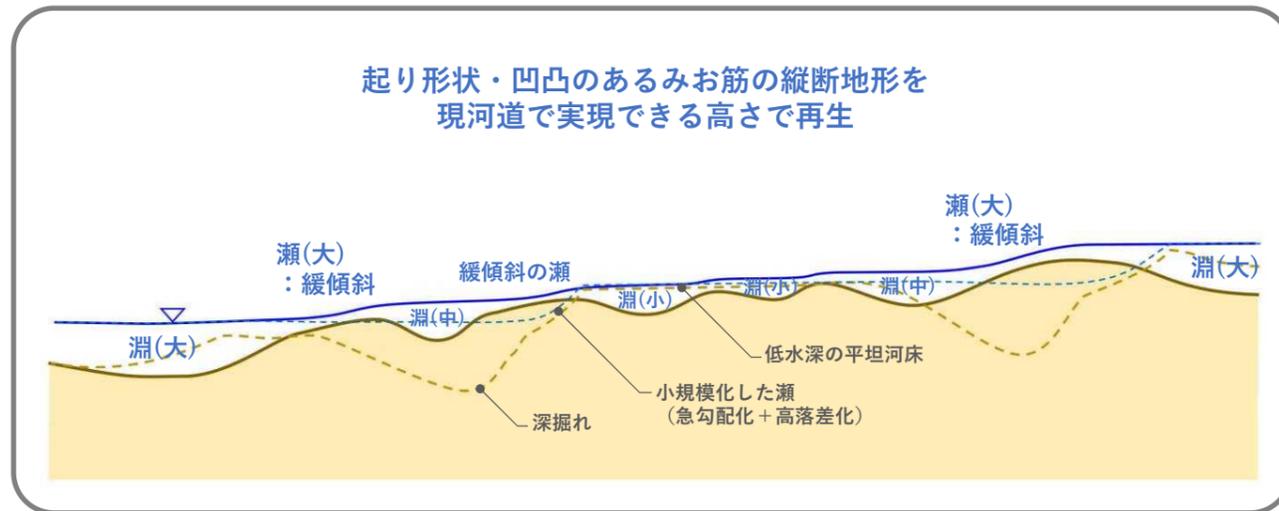
■環境に配慮した工事の検討フロー（案）



※赤枠は関係者との情報共有や役割分担を意識した連携が重要になると考えられる項目。

したほうがいいこと

変化した河床地形を元に戻す



みお筋の深掘れや瀬の小規模化などを抑制しながら、みお筋の縦断地形において「起り」形状と細かな凹凸（様々な規模の淵・早瀬・平瀬、緩傾斜の瀬など）の再生を目指す。そのためには、工事においてできるだけ以下の配慮を行うことが望ましい。

【護岸工事】 設計・施工の各段階における制約条件のなかで可能な配慮を検討する。

- 護岸の水際部は、土砂を溜める凹凸のある構造とし、直線にしないよう配慮する。
- 護岸への覆土を検討する（できるだけ厚いほうがよい）。覆土が流されやすい場合は、根固水制を埋めること（隠し水制）を検討する。

○河床・河岸の仕上げ地形を計画する。河道の変遷や工事対象箇所状況を踏まえつつ、関係者から意見を聴取して設計することが望ましい（右下の欄「仕上げ地形の検討例」を参照）。

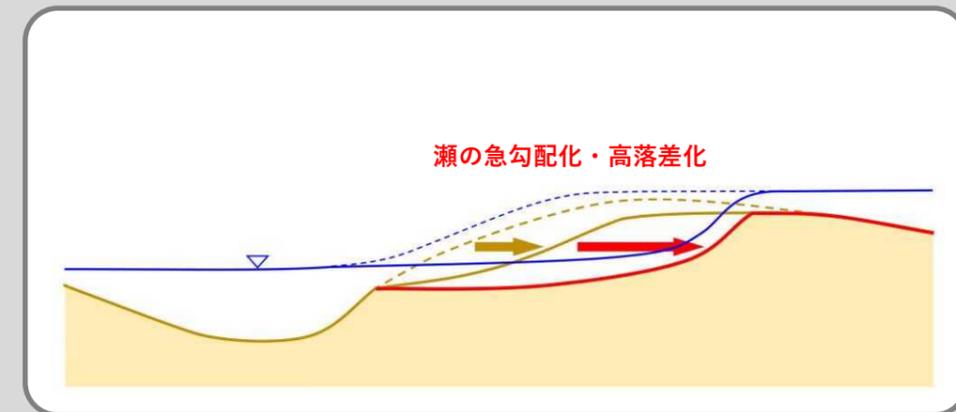
- 仮締切に際して、河床を掘削しないほうがよい。盛土材には、流下能力確保のために掘削が必要な砂州などの土砂を使用し、工事後には必要に応じて盛土材で護岸を覆土することが望ましい。
- 護岸の床掘箇所は、洗掘されやすいため、粗めの材料で埋め戻すのがよい。
- 工事の最終段階で、河床・河岸の仕上げ地形を整えるのが望ましい。

【河床掘削】 制約条件のなかで可能な配慮を検討する。

- みお筋の掘削はできるだけ控え、流下能力確保の掘削は砂州を切り下げるとよい。
- 掘削土から粗めの材料を選別して河床（表層）に戻すとよい。
※粗めの材料は、将来工事での覆土や瀬の造成などに使えるよう、ストックしておけるとよい。
- 砂州の掘削形状は、攪乱と植物の生育を考慮した形状を考える。

気をつけること

河床地形の変化を助長する



- 河岸や護岸沿いの洗掘やみお筋の偏りを助長する「直線的な構造物」
- 河床低下を助長するような「河床掘削」
- 流れや河床地形が単調化するような「河床修正（平坦化）」
- 瀬の形成・維持に重要な瀬頭での「河床改変」
- アーマ層の形成に必要な「大きめの河床材料（玉石・巨石等）の持ち出し」

※アーマ層

河床材料の表層から小粒径集団が抜け出し、C集団が多くなること。ここでは「河床の表層を覆い、その下に堆積した粒径の小さな河床材料の掃流抑制に寄与していると考えられる、比較的粒径の大きい河床材料（玉石）で構成された層」のことを指しています。

<仕上げ地形の検討例>

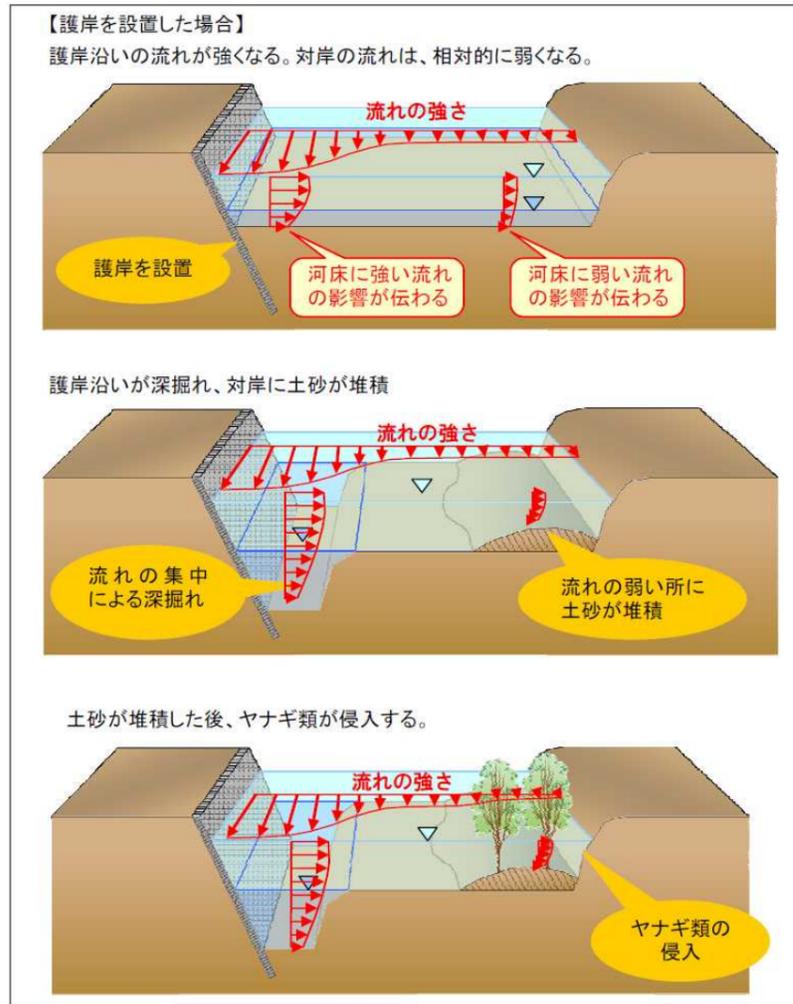
たとえば、戸板島の災害復旧工事における環境配慮では以下の配慮を行った（環境配慮の事例p13参照）。

- 河床表層：アーマ層となる粗めの材料を河床表層に敷き均す。瀬となる場所では、必要に応じて巨石を埋め込む。淵となる場所では適度な水深を確保する。
- 瀬の流向：河岸に対して鈍角に当たった流れを、鋭角方向になるよう制御する。
- 瀬の造成：平坦化して瀬が消失した箇所や急勾配化した瀬などで粗めの材料を盛り、瀬をつくる。必要に応じて巨石を埋め込む。粗めの材料で造成した瀬は、それ自体が自然に近い帯工の役割を果たすようになる。
- 河岸地形：急勾配化した河岸は緩傾斜にする。
- 水面幅：平坦化し蛇行もなくなった水面幅の広い箇所では、瀬の造成や水際への盛土で流れを集めて蛇行させる。

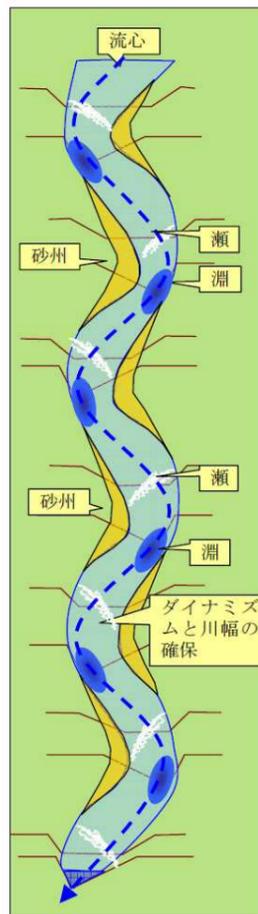
将来ビジョン実現に向けた環境への配慮

下流部の河床・河岸に対して「したほうがいいこと」「気をつけること」

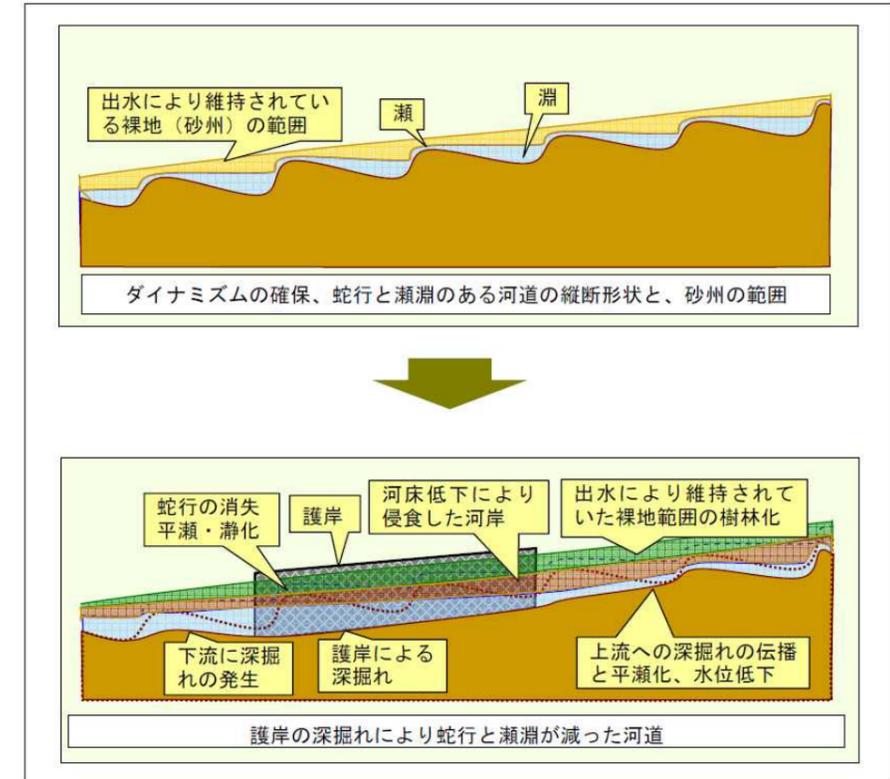
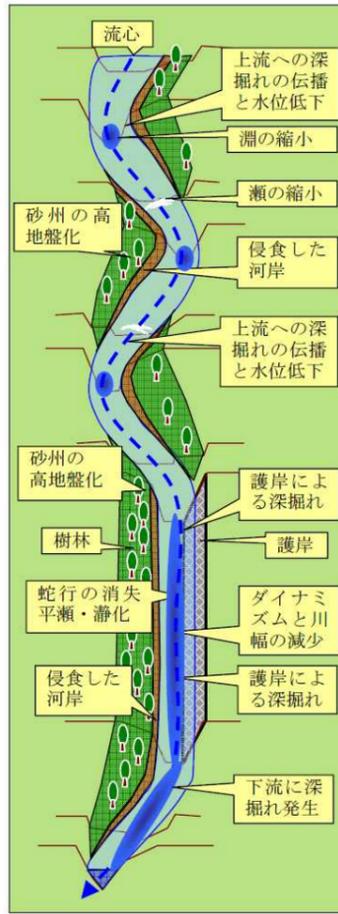
■粗度の小さい護岸工法、直線的な構造物が望ましくない理由 ：淵の不明瞭化、瀬の小規模化、砂州の樹林化が生じるメカニズム



ダイナミズム(蛇行と瀬・淵)が確保された河道の形状と、砂州の範囲



護岸の深掘れによりダイナミズム(蛇行と瀬・淵)が減った河道の形状と、砂州と樹林の範囲



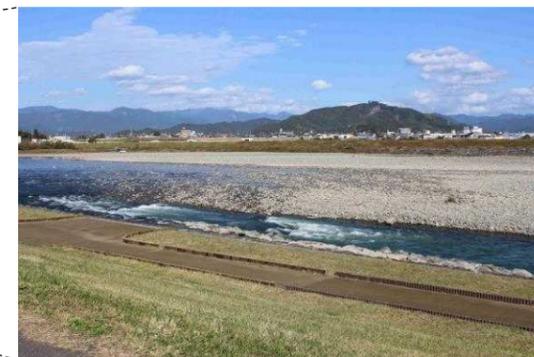
出典：樹林化抑制を考慮した河岸形状設定のガイドライン(案) (H23.3 国土交通省 北海道開発局・独立行政法人 土木研究所 寒地土木研究所)

- 直線化された水際は粗度が低く、その場所の流れが相対的に強まり、対岸で弱まる。
- 流れが強まった場所は深掘れによって河床が低下する。河岸に寄り付くようにみお筋が偏り、対岸に土砂が堆積しやすくなる。
- 河岸沿いの深掘れは上流へ伝播し、淵が不明瞭化、瀬が小規模化する。また、みお筋河床と砂州頂部との比高が増大し、砂州の攪乱頻度が下がり、樹林化が促進される。
- 淵の不明瞭化、瀬の小規模化はアユ等魚類の生息環境の劣化を招く。さらに深掘れは護岸を不安定化させ、砂州の樹林化による河積阻害を生じ、治水上の懸念が生じる。
- このような状態にある低水路には、瀬や淵、礫河原は再生されない。健全な川の営力(流水による浸食・運搬・堆積作用)が働くよう、人の手助けが求められる。

■高専前付近



河岸沿いに寄り付いたみお筋。



深掘れが上流に伝播し、瀬が小規模化している。

■横瀬付近



みお筋の対岸側では砂州が肥大化し、植生が繁茂している。

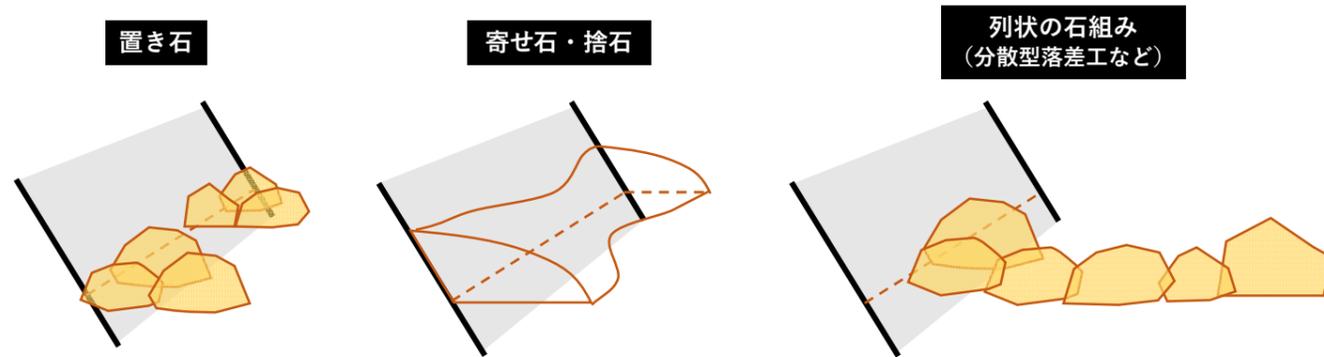
したほうがいいこと

【護岸・河床掘削共通】

- 工事による河床・河岸への影響と復元対策について、必要に応じて関係者から意見を聞き取り、設計を行うことが望ましい。

【護岸工事】

- 護岸は、その前面が水際にならないように、できるだけ引いた位置に設置するのがよい。
- 仮締切の盛土は、河床・河岸の改変を避けるのがよい。
- 護岸前面に石礫の堆積を促したり、みお筋の偏りを抑制したりする工夫を施すのが望ましい。
※工夫の仕方はその場所の外力、立地条件、河床状態などによって異なる（下図を参照）。



「置き石」と「寄せ石・捨石」は、その後の出水で護岸前面の河床が変化しながらも安定化することを狙うもの。
「列状の石組み」は外力が小さかったり、周囲に大きめの石がないような条件の下にある程度作り込むもの。

【河床掘削】

- 大規模な土砂流入で上昇した河床を掘削する場合などでは、埋没した以前の河床地形や巨石の配置をできるだけ改変しないほうがよい。
※例えば、埋没する以前の河床高の少し上までを掘削し、その後の出水で以前の礫列・礫段が現れるようにする など
- 掘削土から「大粒径の石礫」を選別して河床に戻すのが望ましい。
※必要に応じて選別した石礫をストックしておく（将来工事やダム下流河道での環境対策などに使う）
※例1：「大粒径の石礫」で小山をつくっておき、その後の出水による石礫の移動で河床地形を復元（p.14支川 桑ノ川の事例を参照）
※例2：河床への「列状の石組み（分散型落差工など）」で礫列・礫段の河床を復元（p.14 物部川 本川 べふ峡温泉前の事例を参照）
※対策箇所の外力に応じて、どこまで人の手が必要かを考える。外力が大きければ大半を川に任せる。小さければ人の手である程度作っておく。ただし、最後は川に任せることが重要。

気をつけること



- その場所の河床・河岸地形を規定する「最大級の石」「岩盤」の改変
- 「大粒径の石礫」の不安定化や持ち出し
※上の写真の赤丸が「最大級の石」「岩盤」「大粒径の石礫」に該当

したほうがいいこと

○アユ等魚類が魚道を利用（特に遡上）できるための3つの条件を満たした形状・構造の魚道として改修する。

【条件1】魚道の入口を見つけられる

【条件2】魚道に入れる

【条件3】魚道を上れる

○下流部の統合堰は長寿命化のための改修時期を迎えており、これに併せて魚道の改修を行うことが望まれる。

○上流部の堰堤に付帯する魚道にも、アユ等魚類の利用が不可能な状態のものがあり、機能回復を図ることが望ましい。

※魚道の機能回復によって堰の上流への遡上が可能となれば、天然アユや陸封アユの個体数及び再生産量の増大が期待できる。

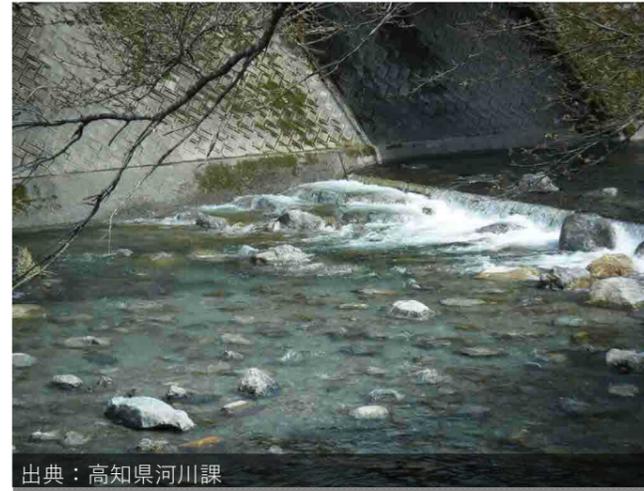
■事例1 仁淀川 八田堰



出典：仁淀ブルートリップガイド (<https://niyodoblue.jp/>)

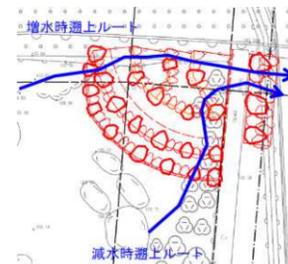
堰本体の下流側が緩傾斜であることにより、アユ等魚類の遡上がしやすい環境となっている。

■事例2 上八川川



出典：高知県河川課

自然石を用いた魚道を扇形に設置することにより、水位変化に応じた遡上経路の創出が図られる。様々な流況が形成され多様な水中生物が利用できる。

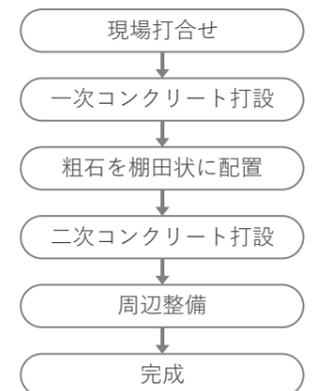


■事例3 山口県 島田川



出典：水辺の小さな自然再生 (<http://www.collabo-river.jp/>)

堰のエプロンを利用してコンクリートを扇状に打設し、粗石を棚田状に配置することで比較的簡単に整備できる「水辺の小わざ魚道」。アユ等魚類が利用できるようにするためには、粗石の配置によって魚道内に流速分布の多様な環境を創出することが重要。



物部川の工事における環境のための配慮の事例

下流部の河床・河岸：護岸復旧に合わせた自然河岸と瀬の再生



【被災前の状況】

○被災前は良好な鮎漁場の瀬として機能していた。



【被災後の状況】

- 2018.7の出水により右岸が侵食され、低水護岸が被災した。
- 洗掘された護岸前面にみお筋が寄り付いていた。
- 出水で河床が低下し、瀬が小規模化した。

護岸の復旧のみでは、河岸に寄り付いた流れで再び護岸前面が洗掘されることが予測された。このことは、河岸の不安定化を招くとともに小規模化したアユ漁場の瀬も失われることを意味する。



【対策の概要】

- 低水護岸の災害復旧：異形ブロックで行った。
 - 水制の設置：異形ブロックの前面に水制を設置し、覆土を行った。これは、みお筋の偏りと覆土の流出を抑えながら、川の営力によって凹凸のある水際が形成されるよう設置したもの。
 - 瀬の再生：玉石層が剥がれて細粒化した河床に玉石を敷設し、巨石を埋め込んで瀬を造成。瀬の流向は河岸とほぼ平行にした。
- ※水制の構築や瀬の再生には近自然河川工法の石組み技術を用いた。



【出水後の変化】 2020.6～2020.7に梅雨前線に伴う出水があった。

- 覆土の一部が流出したが、水制頭部が出てきて侵食が抑えられた。
 - これにより、みお筋が護岸に寄り付くことなく、瀬も維持されていた。
- ※再生した瀬はアユの友釣り客で賑わった。

再生した瀬で友釣りを楽しむ人々 (2020.5.23)



出水状況 (2020.6.30)



【工事状況】



仮締切堤の材料は河床掘削土とする予定だったが、左岸や深淵床止上流の砂州を掘削した土砂に変更。工事後、覆土に活用した。



水制（覆土前）は鱗状に石を組んだ簡易な構造。



水制と瀬に用いた巨石は、撤去した被災護岸の捨石（φ1m程度）を再利用。瀬の造成には既往の工事でストックされていた玉石を使用した。

物部川の工事における環境のための配慮の事例

上流部の河床・河岸：大粒径の石礫の活用した瀬と淵の再生

【環境配慮ポイント①】

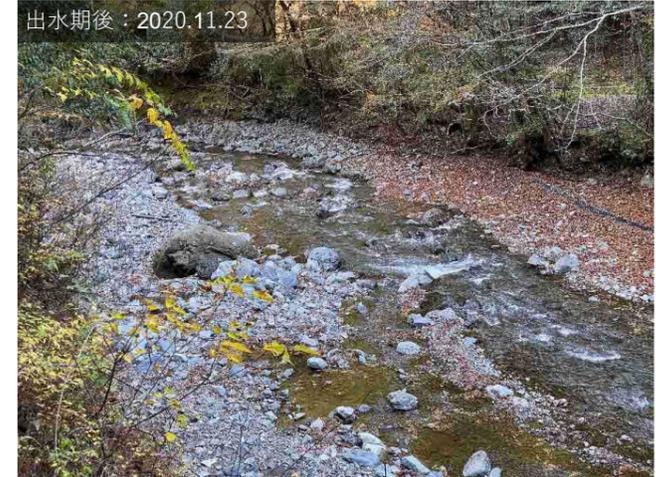
◆大粒径の石礫の活用

- (どんなメリットがある?)
- ・堆砂等により単調化した河床地形を解消。
 - ・出水後に石礫が移動することで、河床地形が回復。

■河床掘削+大粒径の石礫の還元 (支川 桑ノ川)



河床掘削時に「大粒径の石礫」を河床へ戻した。



出水で石礫が移動し、礫列状の河床地形が回復しつつある。

■護岸前面への寄せ石 (物部川 本川 市宇付近)



護岸前面に流れが偏って単調化した河床地形。



大粒径の石礫によって礫列を作成。



石礫が移動し、瀬と淵が回復。

■河床掘削+分散型落差工 (物部川 本川 べふ峡温泉前)



堆砂によって単調化した河床地形。



河床掘削に合わせ分散型落差工を施工し、瀬と淵の再生。

【環境配慮ポイント②】

◆分散型落差工の設置

- (どんなメリットがある?)
- ・河川内に起伏を生じさせ、瀬と淵が再生される。

物部川の工事における環境のための配慮の事例

上流部の河床・河岸：環境に配慮した護岸復旧と施工前の河床の再生

- 復旧する護岸に用いるブロックについて、環境に配慮したものを採用。
- ブロック積を施工した箇所について、現地採取した巨石等を使用し、施工前の河川環境を再現。
- 上流河床を参考とし河床の縦断形状にも変化を持たせるなど工夫。

復旧前



対策後



復旧後



護岸復旧後の平坦な河床



みお筋

【環境配慮ポイント①】
◆ 環境保全型ブロックの採用

- (どんなメリットがある?)
- ・ ブロックに空洞や穴があり、元来の植生が回復しやすい。
 - ・ 壁面に凹凸があり、動物が壁面を上りやすい。

【環境配慮ポイント②】
◆ 寄石によるみお筋の創出

- (どんなメリットがある?)
- ・ 河床の流路の復元により元来の河床植生が回復しやすい。
 - ・ 魚類や水生生物の生息に適した環境ができる。

物部川の工事における環境のための配慮の事例

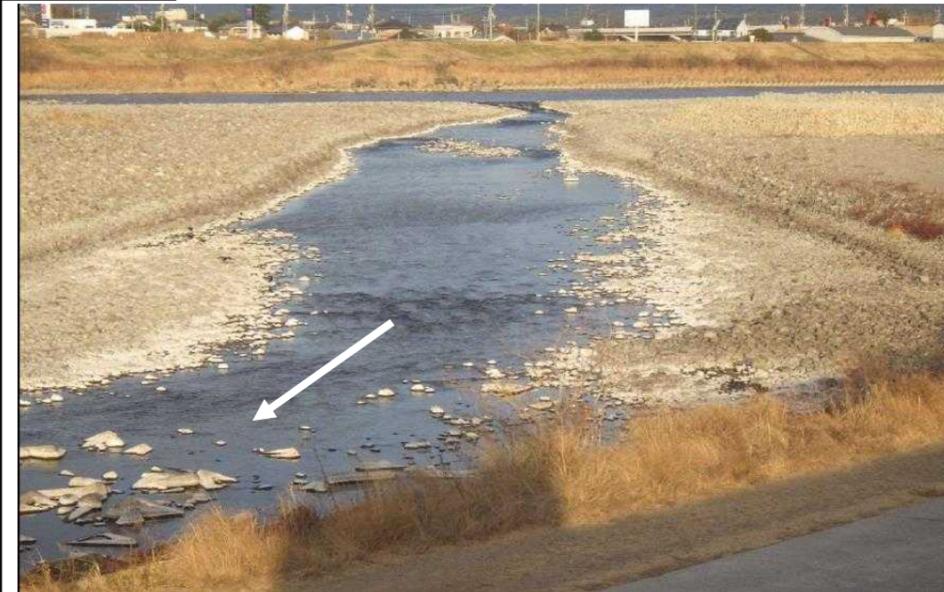
下流部の河床・河岸：濬筋洗掘の対策に合わせた瀬の再生

- 瀬の局所洗掘が進行しつつある箇所において、永瀬ダム上流の河床掘削材を用いて対策を実施。
- 永瀬ダム河床材のうち200mm以上の材料を用い河床に敷き均し、200mm以下の河床材にて間詰めを実施。投入の際には、特に大きな河床材（500mm以上）を帯工として横断方向に配置、再度の洗掘を防止。
- 上流河床を参考とし河床の縦断形状にも変化を持たせるなど工夫。

帯工(巨石利用)



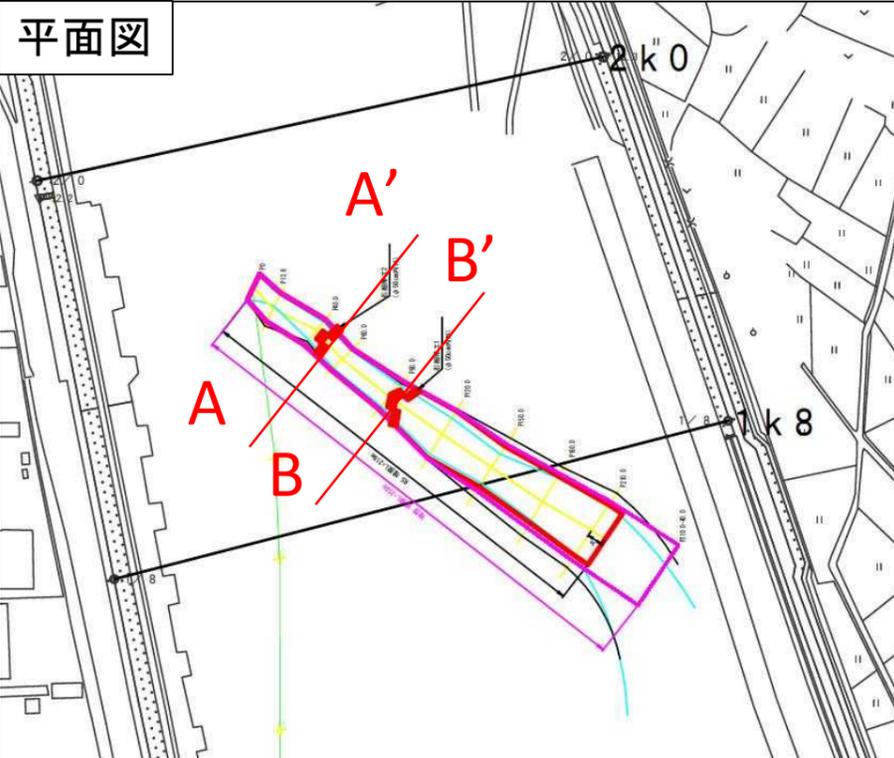
対策前



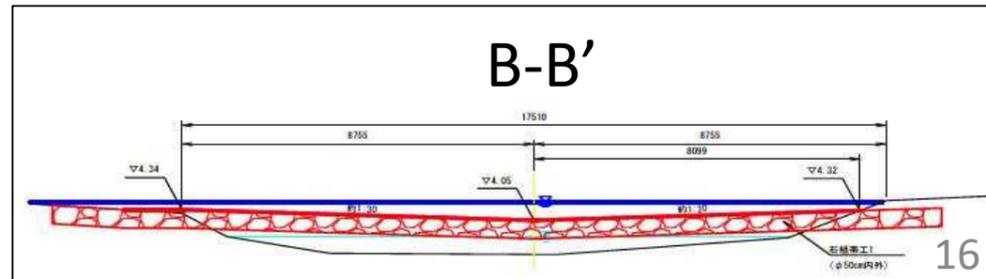
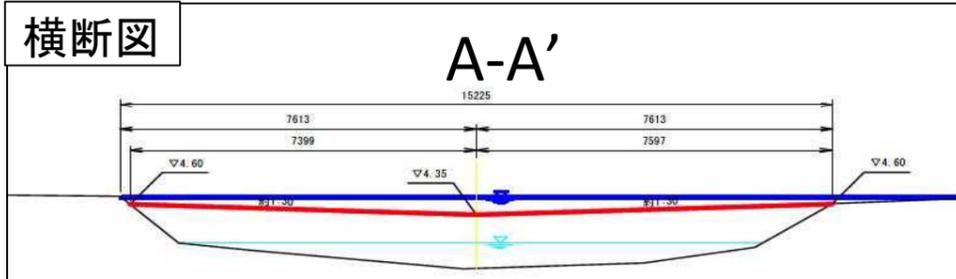
対策後



平面図



横断図

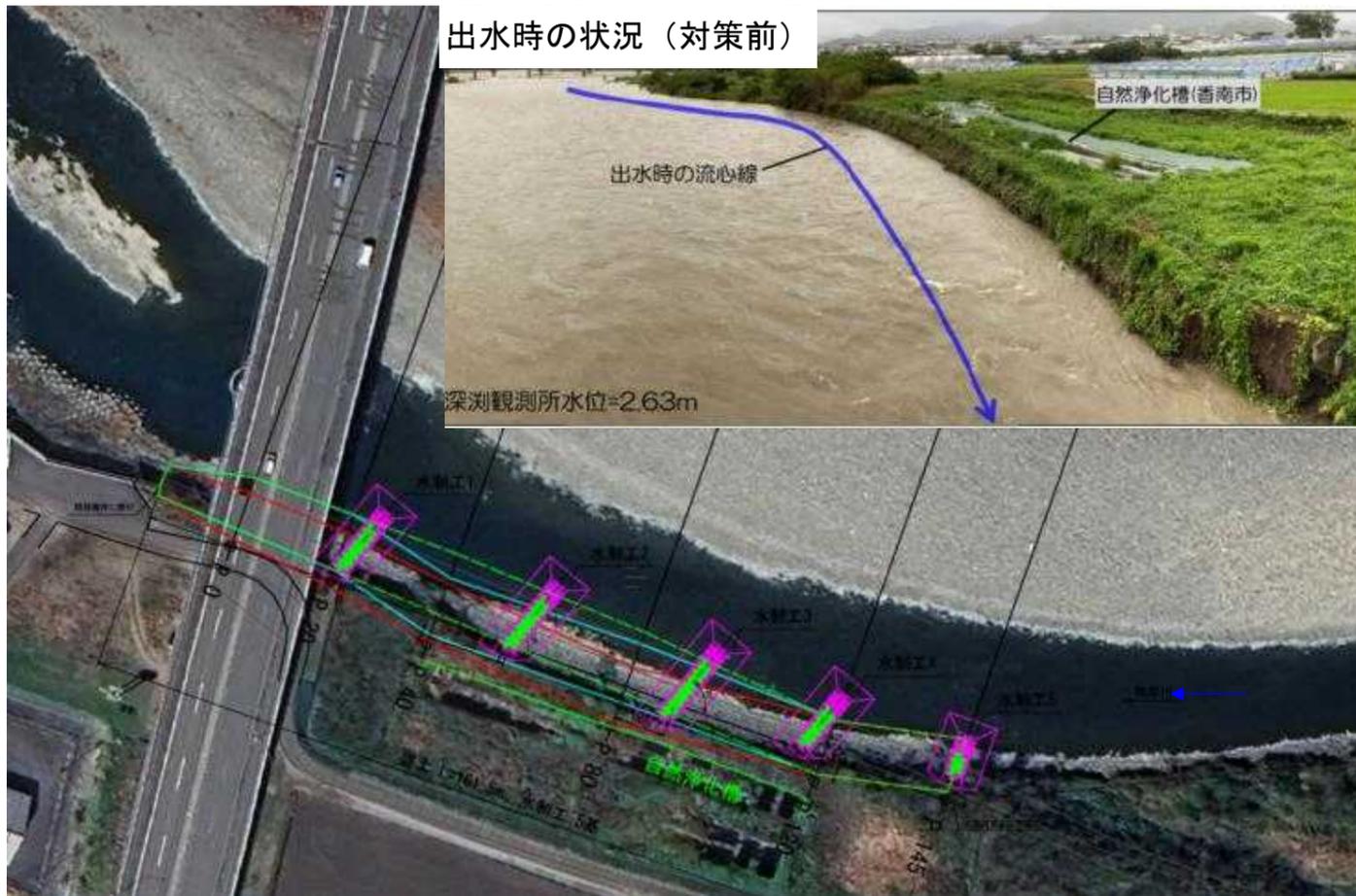


5

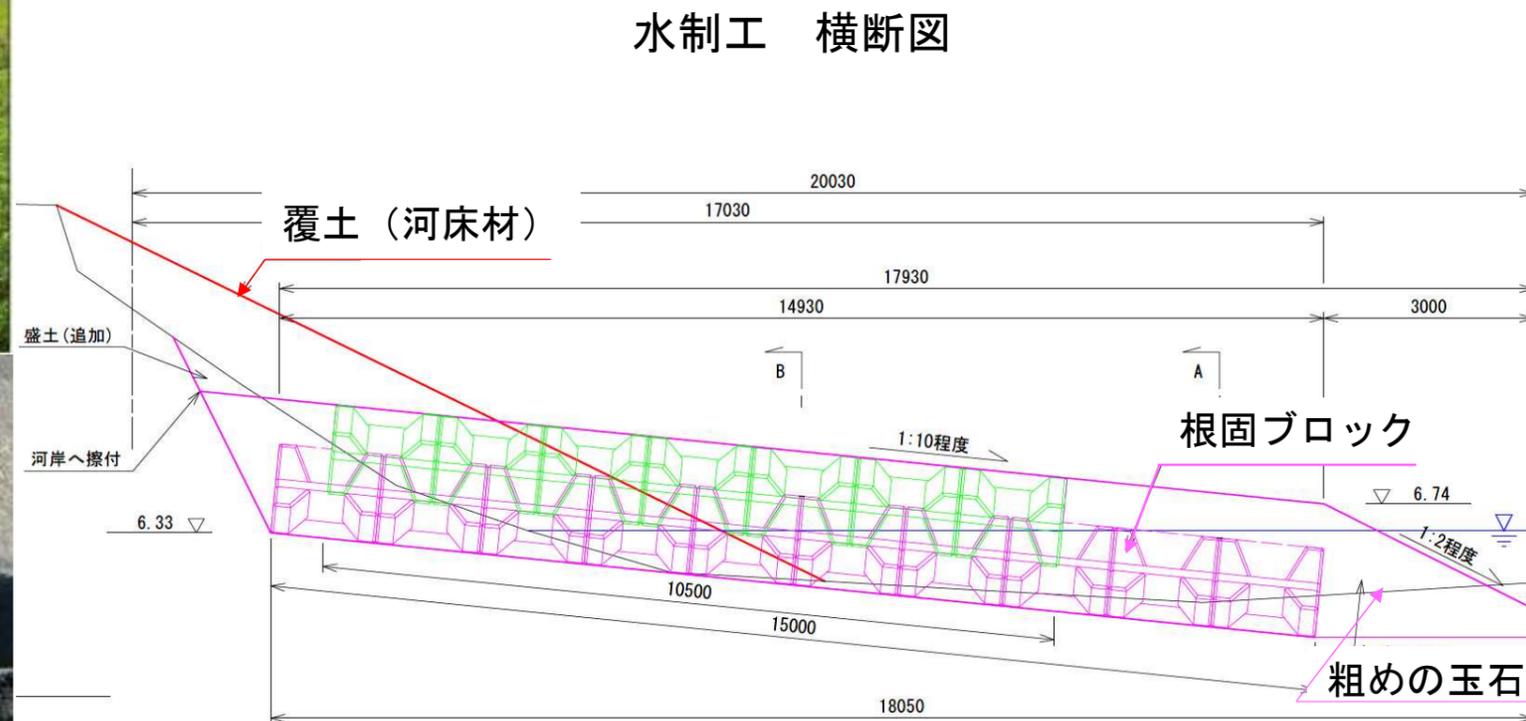
物部川の工事における環境のための配慮の事例

下流部の河床・河岸：河岸浸食対策にあわせた自然河岸の再生

- 河岸法尻付近の洗掘が進行している箇所において、根固水制を設置することで侵食を抑制。
- 水制の骨格として根固めブロックを設置、永瀬ダム浚渫河床材のうち「粗めの玉石」を用いて被覆。
- 直上流に位置する床止めに堆積した河床材を用いて覆土。
- 「粗めの玉石」は出水で徐々に流出しても、河岸法尻付近に散乱され、法尻の安定性が向上することを期待。出水による覆土部分の変化とあわせ変化のある河床が創出され魚類等の生息環境として機能することを期待。



水制工 平面



水制工 横断図



根固ブロック設置

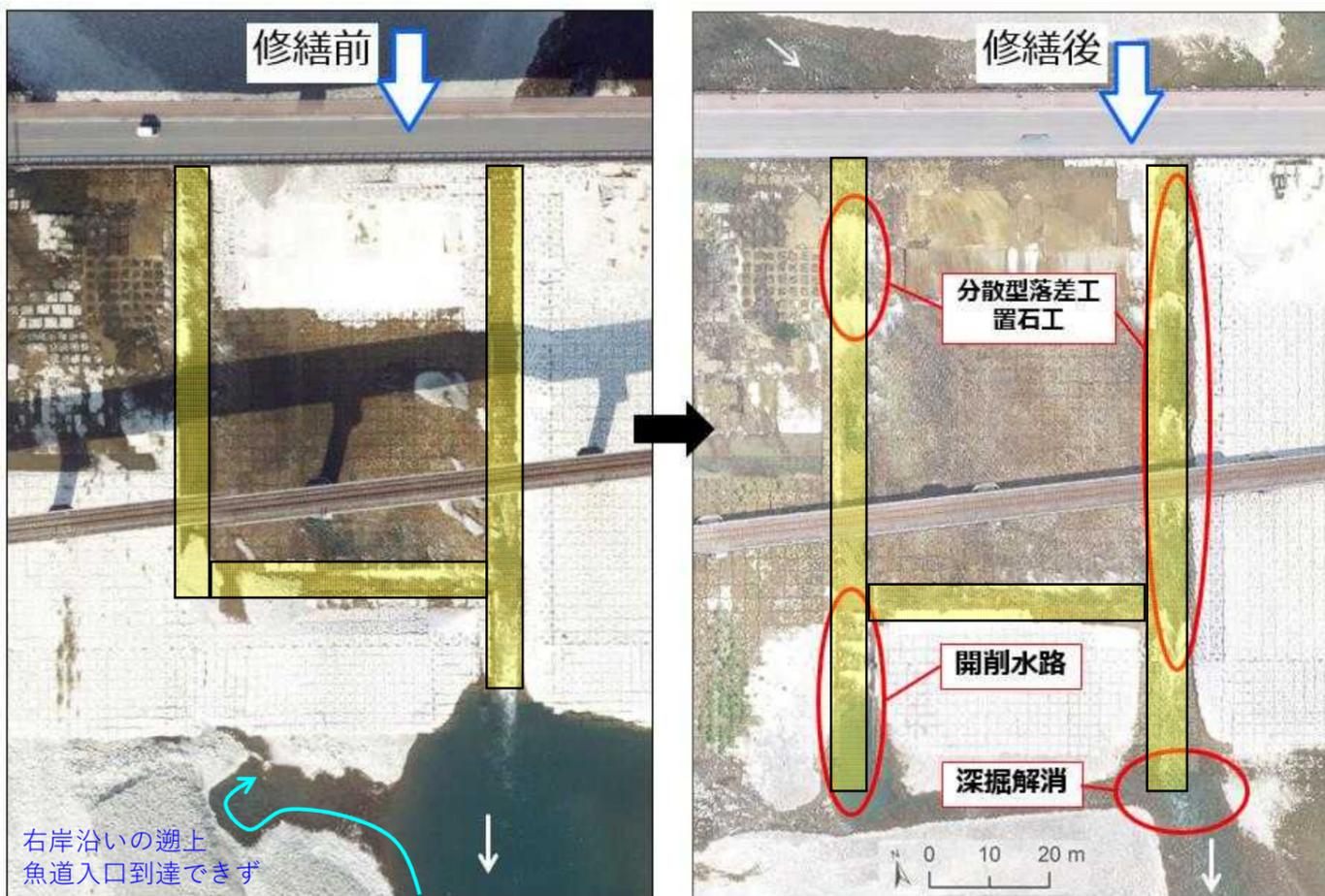


粗めの玉石にて被覆



覆土し完成 (小降雨後) 17

- 床止め工の魚道において、「流速が早い」こと及び「右岸側に進入した魚類が魚道に進入しづらい」ことから魚類等の遡上に支障。
- 魚道部に分散型落差工や置石工を設置し魚類等の遡上環境改善を図った。
- 右岸側から進入する魚類が魚道の入り口を見つけ進入しやすくなるよう新たな水路（魚道の入口）を設置
- 既存の魚道入口についても河床の深掘れを解消。



修繕前後の状況（平面写真）

：魚道

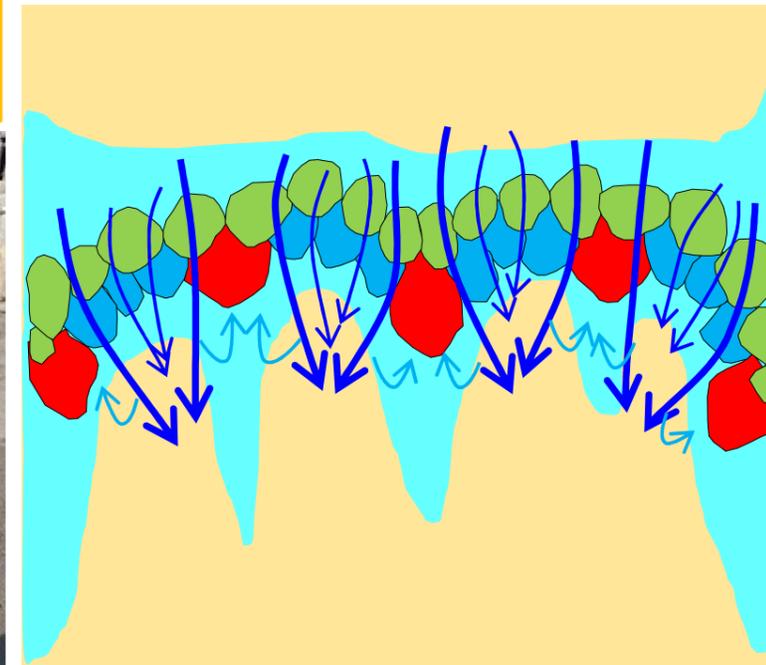
分散型落差工の役割

- ◆流速の低減と流向の多様化
- ◆魚類休息場所となる緩流部を形成
- ◆水路河床の保護



分散型落差工の施行状況

- 力石：φ0.6~0.7m 構造の支点とする石
- 環石：φ0.4~0.5m 力石を両支点として円弧状に連結する石
- 鱗石：φ0.4~0.5m 上流側に、より下方から瓦上に配置する石



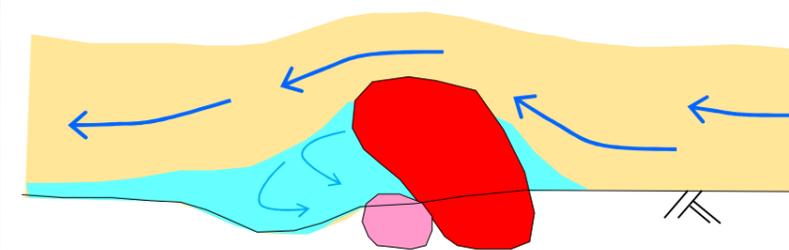
分散型落差工（平面図）



置石工の施行状況

置石工の役割

- ◆流速の低減と流向の変化
- ◆魚類休息場所となる緩流部を形成

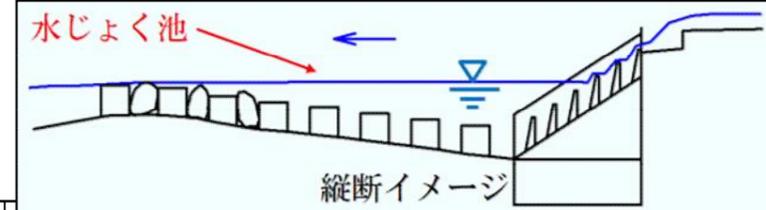


置石工（縦断図）

■床止工下流で局所洗掘および河床低下（約1.0m）が発生しているため、魚類が遡上しやすくなるよう魚道の整備を実施。

【環境配慮ポイント】

- ◆魚道の呑口の高さを工夫 → (メリット) 河川流量の変化に対応
 - ◆水じょく池を設置 → (メリット) 流速を低減し、床止工下流部の洗掘を抑制
- ※水じょく池…プールのような水が溜まる状態を維持し、横断構造物を越流して落下する水による洗掘を防止するもの。(右図参照)



対策前



対策中



対策後



●回遊魚（かいゆうぎょ）

回遊とは、海や川に生息する動物が、成長段階や環境の変化に応じて生息場所を移す行動。淡水域で生まれてすぐに海に下り、産卵とは無関係に再び淡水域に戻る魚を両側回遊魚という。アユや淡水産ハゼ類の多くがこれに該当する。

●河岸段丘（かがんだんきゅう）

川に沿って片岸または両岸が、川に向かって階段状になっている地形。洪水で川底に土砂が溜まる⇒川の流れて川底を削る⇒川底が隆起する⇒再び川が川底を削り取る、を繰り返してできたもの。

●河床（かしょう）／河床低下（かしょうていか）／河床勾配（かしょうこうばい）／河床材料（かしょうざいりょう）

流水に接する川底の部分を河床と呼ぶ。河床が洪水などにより削り取られ低下する現象を河床低下といい、縦断的な勾配を河床勾配という。河床材料は、河床に堆積した土砂（砂や石礫）のこと。

●河床形態（かしょうけいたい）

河床材料が流水によって運搬されて形成される地形のこと。

●河川形態型（かせんけいたいがた）

河川の形態を表現した区分方法。次の二つの特徴を組み合わせたAa型、Bb型、Bc型を河川形態型という。各型の移行型をAa-Bb型、Bb-Bc型と表現することもある。

【一つの蛇行区間における瀬と淵の出現の仕方による分類】

A型：多くの瀬と淵が一つずつ現れる型。上流に多い。

B型：瀬と淵が一つずつ現れる型。中～下流に多い。

【瀬から淵への流れ込み方による分類】

a型：滝のように流れ込む型。上流に多い。

b型：なめらかに流れ込むが、波立つ型。中流に多い。

c型：なめらかに流れ込み、ほとんど波立たない型。下流に多い。

●河道（かどう）

流水を安全に流下させるための水の流れる部分。平時に水が流れている低水路と、出水時のみ流れる高水敷に分けられる。

●魚道（ぎょどう）

川を横断してダムや堰が建設されると魚や水生生物が移動しにくくなるため、魚や水生生物が自由に移動できるようにつくる通り道のこと。プール式、スロット式など様々な形状がある。

●近自然河川工法（きんしぜんかせんこうほう）

スイス・ドイツで生まれた河川工事の技術。河川生態系の復元工法として日本でも実践されている。川が自らの営力（流水による浸食・運搬・堆積の作用）で回復していけるように手助けをする視点から対策が講じられる。その場所の材料（石、木、植物など）が用いられることが多い。

●左岸（さがん）／右岸（うがん）

河川の上流から下流に向かって見て、左側にあたる岸を左岸、右側にあたる岸を右岸という。

●砂州（さす）／単列砂州（たんれつさす）／複列砂州（ふくれつさす）

土砂が堆積してできた地形のこと。河幅と水深の比が約10倍から20倍程度以上となる区間でできる。堆積が左岸、右岸交互に現れる砂州を単列砂州（交互砂州）、川幅が広がり単列砂州の組み合わせが進み、左岸、右岸の堆積、浸食が同じ場所で生じる複列砂州（多列砂州）となる。

●水系（すいけい）

水源から河口にいたるまでの本川や支川の一つのまとまりのこと。

●水制（すいせい）

川を流れる水の作用（浸食作用など）から河岸や堤防を守るために、水の流れる方向を変えたり、水の勢いを弱くすることを目的として設けられる構造物。

●ステップ・プール（すてっぷ・ぷーる）／礫列・礫段（れきれつ・れきだん）

ステップ・プール構造は、河川上流域に形成される特徴的な河床の構造。比較的大きな礫が集中してできるステップ（早瀬）と砂礫で構成されるプール（淵）からなる。ステップは礫列と礫段に分類でき、礫列は緩勾配区間に小さな礫によって、礫段は急勾配区間に大きな礫によってできる。

●瀬（せ）／平瀬（ひらせ）／早瀬（はやせ）／沈み石（しずみいし）／浮き石（うきいし）

水深が浅くて流れが急なところをいい、平瀬と早瀬に分けられる。

【平瀬】

流れが早瀬よりやや遅く、水面にしわのような波が立つ。河床は沈み石（河床の石が砂や泥に埋もれた状態）となっている。

【早瀬】

流れが速く、水面に白波が立つ。河床は浮き石（河床の石が砂や泥に埋もれていない状態）となっている。

●セグメント区分（せぐめんとくぶん）

河川工学では、河道をセグメントと呼ぶ区間に区分する（上流から順にセグメントM、1、2-1、2-2、3）。セグメントは河床勾配が同一で似た特徴を持つ区間ごとに設定されているため、河道特性を把握・分析する単位空間としてよく利用される。セグメント1は扇状地河道～自然堤防帯にあたる。

●扇状地（せんじょうち）

河川が山地から平野に出るところに形成される地形で、谷の出口（扇状地の名称では扇頂）を頂点として平野側に扇状に広がる砂礫の堆積地形をいう。

●多自然川づくり（たしぜんかわづくり）

洪水を防ぐ機能を確保しつつ、豊かな自然環境を保全・創出する川づくり（河川管理）のこと。国によって「全ての川づくりの基本」とされている。

●照り（てり）／起り（むくり）

「照り」は凹型に反った形状のことで、浸食地形を指す。「起り」は凸型に膨らんだ形状のことで、堆積地形を指す。

●淵（ふち）

流れが緩やかな水深の深いところ。水面は波立たず、河床は概ね砂質。流路の屈曲部にできるM型の淵、河床の柔らかい部分が削られてできるS型の淵、大きな岩や橋脚の周囲などがえぐられてできるR型の淵、ダムや堰の上流側が掘られてできるD型の淵がある。

●みお筋（みおすじ）

河川の平常時の流路において水深が他の部分に比べて相対的に深い部分。一般的には、川の流れる方向に縦断的に連続した河床の最深線をいう。

※解説文の作成において参考にした文献・資料

公益財団法人リバーフロント整備センター. 1996. フィールド総合図鑑 川の生物. 山海堂

多自然川づくり研究会. 2011. 多自然川づくりポイントブックⅢ 中小河川に関する河道計画の技術基準；解説. 公益社団法人日本河川協会

国土技術政策総合研究所. 2004. 河川用語集～川のことば～. 国総研ウェブサイト（<http://www.nilim.go.jp/>）

長谷川和義. 2005. 河川上流域の河道地形. 日本流体力学学会誌「ながれ」, 第24巻, 第1号, pp15-26

近自然河川研究所ウェブサイト（<https://kinshizen-river.net/>）

【問合せ先】

物部川清流保全推進協議会（事務局：高知県林業振興・環境部 自然共生課）
[TEL：088-821-4863]

（掲載事例：四国地方整備局高知河川国道事務所、高知県土木部河川課）